CONFLITO DE USO DA TERRA - OESTE DO RS

Silvana FERNANDES NETO [1]
Luis Eduardo ROBAINA [2]

RESUMO

Um estudo integrado dos fatores determinantes do meio físico, permite elaborar um diagnóstico que vise um planejamento ambiental. Dentro deste contexto, o presente trabalho, tem por objetivo, mapear as áreas de uso e ocupação, bem como a rede de drenagem, na margem direita do Rio Ibicuí, na porção compreendida entre as bacias hidrográficas do Arroio Caraguataí e Rio Itu – RS, levando em consideração os critérios físicos de usos e as restrições impostas pelo Código Florestal Federal em vigência, quantificando as mesmas através do uso das técnicas de sensoriamento remoto, a fim de determinar as áreas de conflito de uso da terra.

A área de estudo, encontra-se, na porção oeste do estado do Rio Grande do Sul, delimitada pelas latitudes de 29°18'33" a 29°37'23" Sul e longitudes de 55°23'29" a 55°48'56" Oeste, compondo a margem direita do Rio Ibicuí. Está incluída entre os compartimentos geomorfológicos do Planalto Sul-Riograndense e da Depressão Periférica, caracterizada por um relevo de colinas alongadas (coxilhas), levemente onduladas, constituídas por rochas vulcânicas e sedimentares da Bacia do Paraná.

Como procedimento metodológico utilizou-se como ferramenta o Sistema de Informações Geográficas–SIG, aliado às técnicas de Sensoriamento Remoto, pois nos permitem armazenar e manipular uma gama complexa de dados temáticos como recursos hídricos, uso da terra, bem como integrar informações de diversas fontes, criando bancos de dados georreferenciados passíveis de serem mensurados. Para análise da rede de drenagem, seguiu-se os métodos propostos por Christofoletti (1974), Strahler (1974) e Horton *apud* Christofoletti (1974), onde foram definidos os parâmetros como a hierarquia fluvial, padrão da rede de drenagem, densidade de drenagem, índice de forma e o fator forma.

Sobre a imagem do satélite Landsat-7 ETM$^+$, georreferenciada, processou-se a composição falsa cor, utilizando as bandas 3, 4 e 5, a fim de se obter o uso da terra. Para tal, definiu-se seis classes de uso: cobertura vegetal (nativa e implantada, arbórea e arbustiva), áreas de campo, agricultura, solo exposto, areais e corpos d'água. Realizou-se à classificação digital supervisionada da imagem, onde foram definidas assinaturas espectrais das categorias de usos, utilizando-se do classificador dado pelo método da mínima distância, sendo este, que apresentou a melhor resposta espectral para a área estudada.

Pelas características levantadas, observou-se que 9,2% da área, apresenta-se como áreas de conflito quanto ao uso da terra, isto se deve principalmente à inexistência de proteção vegetal das nascentes e ao longo da rede de drenagem, predominando nestas áreas as atividades de agricultura e pecuária. Tal situação se agrava na ocorrência de lavouras com culturas anuais, sem práticas conservacionistas, sobre um substrato geológico frágil, permitindo o assoreamento e a contaminação por agrotóxicos das drenagens. Tem-se ainda, um fator relevante de degradação ambiental, o uso com criação de pecuária extensiva, pois o pisoteio concentrado do gado, acaba gerando linhas preferenciais de escoamento, aumentando a ação dos processos erosivos nestas áreas.

[1] Universidade Federal de Santa Maria, Geógrafa, Pós-graduanda em Geociências, silfeneto@yahoo.com.br
[2] Universidade Federal de Santa Maria, Geólogo, Prof. Dr. Depto de Geociências, lesro@hanoi.base.ufsm.br

INTRODUÇÃO:

Atualmente, os desequilíbrios decorrentes do uso indiscriminado e incorreto dos recursos naturais, acentuam a cada dia. A integração dos elementos físicos, como o relevo e as litologias em conjunto com a capacidade de uso da terra e vegetação, sobre ambientes frágeis, fazem com que acelerem as atuações dos processos erosivos e assim da degradação ambiental.

A atividade agrícola estabelecida e desenvolvida de forma desordenada ao longo do tempo, tem contribuído em muito para o comprometimento dos recursos naturais e da qualidade ambiental no Brasil. No caso do estado do RS, as áreas de fronteira agrícola, apresentam problemas relacionados ao desmatamento e grandes queimadas. As áreas de várzeas, chamadas terras baixas, são compostas de solos hidromórficos[3], as quais são ocupadas com e cultivo do arroz irrigado, assim apresentando problemas, envolvendo principalmente questões de contaminação ambiental, associadas ao uso intensivo e inadequado de agroquímicos e de mecanização, com impactos aparentemente invisíveis para grande parte da população.

A visão integrada da paisagem e a necessidade de compreensão das relações entre o homem, à natureza e a sociedade, criaram novos enfoques para as pesquisas ambientais. Os elementos da paisagem passaram a ser estudados como objeto de análise e o homem, como agente modificador do meio.

Tendo em vista a gravidade dos problemas gerados pelo uso incorreto do meio ambiente o governo federal passou a participar no controle e prevenção da qualidade ambiental, criando medidas próprias para tal atividade como o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas, instituído em março de 1987, tendo como supervisor o Ministério da Agricultura, visando principalmente a adoção de práticas racionais na utilização dos recursos naturais, aumentando a renda do homem do campo sem aumentar o processo de degradação, estimulando a participação dos agricultores em práticas conservacionistas e promovendo a fixação do homem no meio rural.

Este programa, reforçou a importância da utilização de microbacias hidrográficas como unidade de estudo, pois as mesmas permitem uma visão integrada dos processos atuantes a fim de que se desenvolvam atividades, enfatizando as preocupações com os ecossistemas locais.

A compreensão dos fatores determinante do meio físico, dados através do estudo integrado, permite a elaboração de um diagnóstico, visando um planejamento ambiental. Dentro deste contexto, o presente trabalho, tem por objetivo, mapear as unidades homogêneas do relevo e as áreas de uso e ocupação, determinando as áreas de conflito, na margem direita do Rio Ibicuí, na porção compreendida entre as bacias hidrográficas do Arroio Caraguataí e Rio Itu – RS.

No Brasil a primeira tentativa de delimitar áreas de preservação surge no final do século XIX com a proposta de criação de parques nacionais[4]. Em 1934, com a promulgação do Código Florestal Federal, cria-se também as Florestas Nacionais e as Florestas Protetoras. As unidades de preservação são propostas apenas em 1965, com a alteração do código florestal e a Lei 4.771/65, passa a legalizar as Áreas de Preservação Permanente.

O código florestal, através da Lei n° 4.771/65 e medida provisória n° 2.166/001, estabelece que:

Art.2 - Considera-se de preservação permanente, pelo só efeito desta lei as florestas e as demais formas de vegetação naturais situadas:

[3] solos orgânicos de áreas baixas, sem perfil definido
[4] somente em 1937, que foi criado o primeiro Parque Nacional - Itatiaia.

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura seja:

- de 30 metros para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura;

- de 50 metros para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura;

- de,100 metros para os cursos d'água que tenham de 50 a 200 metros de largura;

- de, 200 metros para os cursos d'água que tenham de 200 a 500 metros de largura;

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'águas naturais ou artificiais;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados olhos d'água qualquer que seja a situação topográfica, num raio mínimo de 50 metros de largura e

d) em topo dos morros, montes, montanhas e serras.

Art.4 – Áreas de preservação permanente: áreas protegidas nos termos do *art 2*° desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com função ambiental de preservar recursos hídricos, a paisagem, estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de flora e fauna, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas.

Entende-se como áreas de "conflitos de uso da terra", aquelas em que as formas de uso dos recurso naturais encontram-se em desacordo com sua real aptidão, fazendo com que ocorra alteração sensível do meio natural, gerando problemas como a poluição dos mananciais, devastação das matas, erosões, entre outros. Assim, a área de estudo apresenta vários casos de usos em desacordo com o seu real potencial, desta forma pretende-se ao analisar e propor novas formas de uso, que possam ser menos nocivas ao meio.

CARACTERIZAÇÃO GERAL

A área de estudo, encontra-se inserida geograficamente, na porção oeste do estado do Rio Grande do Sul, delimitada pelas latitudes de 29°18'33" a 29°37'23" Sul e longitudes de 55°23'29" a 55°48'56" Oeste, compondo a margem direita do Rio Ibicuí (Figura 1).

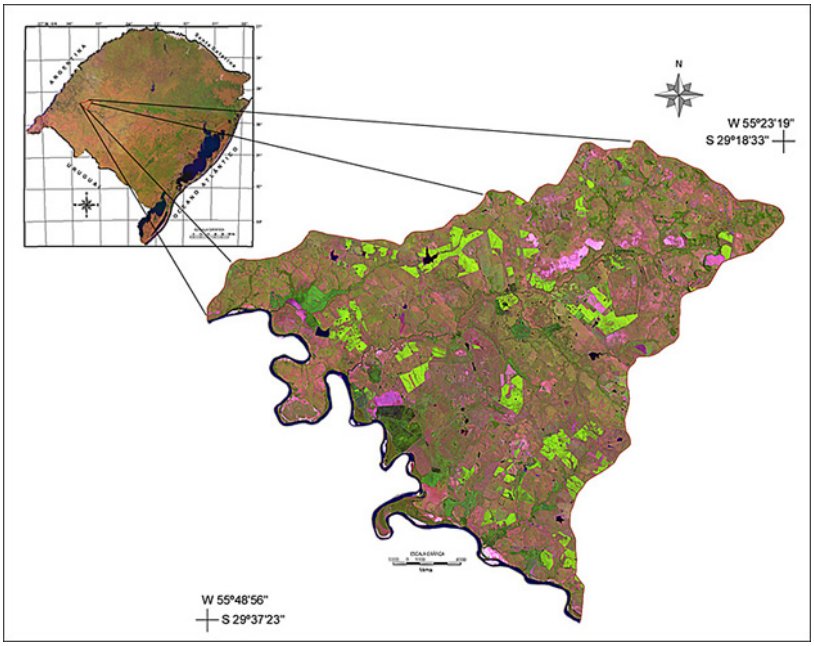

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo

Encontra-se entre os compartimentos geomorfológicos do Planalto Sul-Riograndense e da Depressão Periférica, está caracterizada por um relevo de colinas alongadas (coxilhas), levemente onduladas, constituídas por rochas vulcânicas e sedimentares da Bacia do Paraná.

As seqüências sedimentares de arenito eólico foram mapeadas por Carraro *et al* (1974), depois por Santos *et al* (1986), como pertencentes à Formação Botucatu. Os arenitos fluviais friáveis e por vezes silicificado, foram mapeados por Medeiros *et al* (1995), como seqüências de sedimentos depositados no Cenozóico. Scherer *et al* (2002) definiram arenitos finos e conglomeráticos, de origem fluvial como pertencente à Formação Guará de idade Mesozóica. Já as rochas vulcânicas aflorantes, foram definidas como basaltos da Formação Serra Geral.

Conforme trabalhos desenvolvidos na região, pela equipe de pesquisa do LAGEOLAM (Laboratório de Geologia Ambiental da UFSM), como o realizado por Paula (2002), Correia (2004), Fernandes Neto (2005), entre outros, existe forte relação entre os arenitos fluviais que compõem os areais, formados na região.

Quanto aos dados climáticos, segundo a classificação de Köppen, citado por Nimer (1977), há o predomínio do clima temperado quente (mesotérmico brando Cfa), apresentando invernos frios, com temperatura média do mês mais frio entre 13°C e 15°C e verões quentes, com média do mês mais quente temperaturas superior a 24°C. As precipitações são regulares durante o ano todo com índices pluviométricos anuais entre 1500 mm e 1750mm.

Os ventos predominantes são provenientes do leste e sudeste, sendo os mais fortes, do quadrante norte e os mais frios do quadrante sul, estes chamados de “vento minuano”. Possuem ação significativa no transporte de material e ação erosiva, pois na ausência de vegetação e sobre solos desnudos, carregam as partículas do solo e ampliam os depósitos de areia nas colinas.

A vegetação natural, compreende extensas áreas de savanas-estépicas (campos) associadas às florestas ciliares degradadas (Marchiori, 1995). A pouca cobertura vegetal dos solos favorece a ação dos processos erosivos, pois facilita o destacamento das partículas de solo, as quais estão relacionadas à superação da resistência pelo impacto das gotas da chuva ou pela força de escoamento superficial da água.

Quanto aos solos, Streck *et al* (2002), classificam a formação e distribuição dos mesmos encontrados na área como: Latossolos Bruno e Vermelhos, os quais de maneira geral, encontra-se sob condições de relevo suave ondulado, caracterizado por ter pouco incremento de argila, ser solos profundos a muito profundos e pouco permeáveis; solos Argissolos Vermelho e Vermelho-Amarelo, os quais ocorrem em relevos suaves ondulados até fortemente ondulado, caracterizados por serem solos geralmente profundos a muito profundos e bem drenados, apresentando um perfil com gradiente textural; Gleissolos, os quais se caracterizam por serem solos pouco profundos e mal drenados, encontrados nas várzeas de rios e nas planícies lagunares; por fim os Neossolos, caracterizados por serem solos rasos ou pouco profundos, encontrados em encostas de relevos mais acentuados, em relevo forte ondulado, em geral com pedregosidade e afloramentos de rochas.

PROCEDIMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

Como procedimento metodológico utilizou-se como ferramenta o Sistema de Informações Geográficas–SIG, aliado às técnicas de Sensoriamento Remoto, pois nos permitem armazenar e manipular uma gama complexa de dados temáticos como recursos hídricos, uso da terra, bem como integrar informações de diversas fontes, criando bancos de dados georreferenciados passíveis de serem mensurados. Essa ferramenta possui ampla

aplicação para a caracterização de bacias e rede de drenagens, análise e monitoramento do uso da terra, agricultura e floresta (Novo, 1989).

Para análise da rede de drenagem, foram seguidos os métodos propostos por Christofoletti (1974), Strahler (1974) e Horton *apud* Christofoletti (1974), onde foram definidos os parâmetros como a hierarquia fluvial, padrão da rede de drenagem, densidade de drenagem, índice de forma e o fator forma.

Como base cartográfica utilizou-se de cartas topográficas, elaboradas pela Diretoria de Serviços Geográficos-DSG do Ministério do Exército (1975) na escala 1:50.000, folhas SH.21-X-D-IV-1 (Manuel Viana), SH.21-X-D-I-3 (Caraguataí), SH.21-X-C-VI-2 (Passo Novo) e SH.21-X-C-III-4 (Arroio Piraju), SH.21-X-C-III-3 (Chalé) e imagem de satélite Landsat 7 ETM^+ da órbita 224 ponto 80, datada de 21/12/2000 e obtida nas bandas 3/4/5 separadamente.

Utilizando-se do SIG Idrisi 32 *for* Windows, iniciou-se o trabalho de aquisição de dados de base, sendo estes extraídos a partir das cartas topográficas georreferenciadas, utilizando-se o sistema de coordenadas de projeção UTM (Universal Transversa de Mercator). Estes dados, rede de drenagem e curvas de nível, foram digitalizados em planos de informações (PI) diferenciados, para posterior compilação. A rede de drenagem foi complementada, sobre a análise da imagem de satélite.

A partir do PI da rede de drenagem, foi realizada a rasterização[5] das mesmas e logo em seguida o *buffer.* Com a realização do *buffer*, definiram-se as margens de preservação, conforme o código florestal, ao longo da rede de drenagem e nascente. Após esta etapa, realizou-se a quantificação das áreas e a elaboração do mapa das áreas de preservação.

Sobre a imagem georreferenciada, realizou-se o processo da elaboração da composição falsa cor, utilizando as bandas 3, 4 e 5 do sensor ETM^+ do satélite Landsat 7, a fim de se obter o uso da terra. Para tal, definiu-se seis classes de uso: cobertura vegetal (nativa e implantada, arbórea e arbustiva), áreas de campo, agricultura, solo exposto, areais e corpos d'água. Foi realizado à classificação digital supervisionada da imagem, onde foram definidas assinaturas espectrais das categorias de usos, utilizando-se do classificador dado pelo método da mínima distância. Este classificador foi o que melhor resposta espectral apresentou para a área de estudo.

As classes temáticas de usos, foram definidas pelas características espectrais apresentadas na imagem digital e também através do reconhecimento *in loco* da mesma.

As bandas 3, 4 e 5 do sensor ETM^+ foram escolhidas, porque, a partir da bibliografia consultada (Novo, 1989), na qual salienta que estas bandas são as que permitem uma melhor identificação dos limites entre solo, corpos d'água e a discriminação da vegetação.

Os dados levantados em laboratório, foram confirmados a campo. Para isto, foram utilizados materiais como aparelho de GPS (Sistema de Posicionamento Global) de navegação Garmin 12 canais, bússola e material para coleta de amostras.

A partir da compilação, interpretação e análise dos dados e mapas do uso da terra e das áreas amparadas pelo código florestal, foram cruzados os planos de informações, e obtido o mapa final de conflitos de uso da terra.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com o uso das técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, ampliou-se a capacidade do homem de obter informações sobre os recursos naturais e o meio ambiente,

[5] consiste em transformar um vetor que se encontra na forma de linhas para o formato de raster (imagem).

em menor tempo, colocando-se como uma ferramenta complementar que agiliza trabalhos temáticos, facilitando a manipulação de dados.

Segundo Zanon (2001), o uso de técnicas cartográficas, aliadas ao sensoriamento remoto e ao geoprocessamento, mostram-se eficazes no desenvolvimento de estudo aplicado ao planejamento e ao estudo da terra, facilitando a manipulação das variáveis e podendo ser realizados várias sobreposições entre os vários planos de informação de uma forma rápida e simples.

REDE DE DRENAGEM

A área de estudo pertence à bacia hidrográfica do Rio Ibicuí, uma das principais bacias hidrográfica do Estado. É constituída por um conjunto de 9 sub-bacias seqüentes, denominadas de montante à jusante do Rio Ibicuí, em: sub-bacia hidrográfica do Arroio A, Lajeado Cunha, Arroio B, Arroio C, Arroio D, Arroio Piraju, Arroio E, Restinga do Salso e Arroio F.

As sub-bacias, em conjunto, drenam uma área total de 62900,5 ha ou 629 km², estendendo-se no sentido NE, alcançando uma hierarquia máxima de 5ª ordem, no caso o Arroio Piraju, desaguando no Rio Ibicuí.

As drenagens são classificadas como subseqüentes, sendo que as principais, apresentam também uma direção predominante NE. Este fator, em conjunto ao arranjo espacial dos canais fluviais, que predomina o padrão retangular-dendrítico, pode ser explicado, devido a um forte controle estrutural que está, provavelmente, associado às fraturas desenvolvidas por reativações tectônicas, as quais controlaram o próprio desenvolvimento da Bacia do Paraná, refletindo no conjunto de canais fluviais e vias de escoamento interno.

O comportamento hidrológico das rochas repercute diretamente na densidade da drenagem (*Dd*), pois naquelas onde a capacidade de infiltração apresenta-se relativamente menor, ocorre um maior escoamento superficial, gerando assim possibilidade de esculturação dos canais, bem como a atuação de processos erosivos.

A determinação da *Dd* fornece uma avaliação do potencial, da bacia hidrográfica, de permitir maior ou menor escoamento superficial da água, o que conseqüentemente conduz a uma ação maior ou menor dos processos erosivos na esculturação dos canais, (Beltrame, *apud* Rizzi *et al*, 1999).

Segundo Villella & Mattos *apud* Rizzi *et al* (1999), quando a densidade de drenagem de uma bacia, apresenta-se com índices em torno de 0,5 km/km², representa uma área pobre de drenagem, enquanto índices em torno de 3,5 km/km², indicam uma área excepcionalmente bem drenada.

A partir desta perspectiva, identificou-se, uma *Dd* total de 1,06 km/km², o que representa uma área medianamente drenada, com um comprimento total dos cursos d'água de 752,72 km distribuídos por 631 canais fluviais em uma superfície areal de 629,01 km².

Para melhor analisar a área de estudo, organizou-se os parâmetros de drenagem, quanto à área, *Dd*, número de canais pela ordem, comprimento médio e total (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros da rede de drenagem.

BH	Área (km²)	1ª Ordem N°	1ª Ordem Comp. (km)	2ª Ordem N°	2ª Ordem Comp. (km)	3ª Ordem N°	3ª Ordem Comp. (km)	4ª Ordem N°	4ª Ordem Comp. (km)	5ª Ordem N°	5ª Ordem Comp. (km)	Comp. Tot (km)	Dd (km/km²)	Kf	K
A	22,06	17	13,81	4	7,67	-	-	-	-	-	-	21,49	0,97	2,81	1,55
LC	61,95	56	41,93	15	19,15	3	6,72	1	13,88	-	-	81,69	1,32	0,22	1,30

B	20,35	15	9,60	4	10,45	1	3,54	-	-	-	-	23,58	1,16	0,18	1,49
C	41,80	17	10,33	6	4,71	2	9,21	1	4,71	-	-	28,95	0,69	0,35	1,74
D	31,79	21	15,78	6	7,50	1	6,73	-	-	-	-	30,01	0,94	0,44	1,38
AP	343,84	257	231,32	69	107,01	18	58,32	4	21,34	1	28,38	446,37	1,30	0,18	1,41
E	26,38	24	21,27	5	2,08	-	-	-	-	-	-	23,35	0,89	11,72	1,65
RS	67,92	50	48,72	12	17,79	2	16,56	1	1,55	-	-	84,62	1,25	0,16	1,60
F	12,91	13	5,88	4	4,25	1	2,52	-	-	-	-	12,66	0,98	2,28	1,29
Total	629,01	470	398,64	125	180,61	28	103,60	7	41,48	1	28,38	752,72	1,06	0,82	1,47

* Número de canais

Christofoletti (1979), ressalta que em terrenos onde há dificuldades para a infiltração das águas há melhores possibilidades para a esculturação de canais e, portanto, densidade de drenagem tende a ser mais elevado. Também, os fatores do meio físico como topografia, clima e a vegetação existente, além dos fatores geológicos, podem influenciar nos índices de drenagem de uma área.

Na área de estudo apresenta quatro sub-bacia, com *Dd* pouco acima da unidade (1), que são: a sub-bacia hidrográfica Lajeado Cunha, a do Arroio B, Arroio Piraju e a da Restinga do Salso. Isto reflete áreas medianamente drenadas, pois se apresentam sobre substrato geológico sedimentar, predominante e com relevo de colina, com isto tem-se uma maior capacidade de infiltração em relação ao escoamento superficial.

Com relação às outras cinco sub-bacias hidrográficas, ou seja, a do Arroio A, Arroio C, Arroio D, Arroio E, e Arroio F, estas apresentam índices de *Dd* menores que a unidade (1), isto pode ser explicado por se localizarem em áreas com baixa inclinação, em terrenos planos, localizado junto a foz das drenagens que desembocam no Rio Ibicuí.

Aliado a *Dd*, obteve-se o fator forma (*Kf*) e o índice de forma (*K*) da área, onde estas variáveis correlacionam a área total das microbacias, o perímetro e o comprimento das mesmas, tendo como base o valor da unidade. Assim, três microbacias apresentaram valores maiores que a unidade e seis menores, tendo como *Kf* médio 0,82. Com relação ao índice de forma (*K*), as sub-bacias apresentaram índices, em média de 1,47. Os valores obtidos indicam que a área é composta por sub-bacias hidrográficas alongadas.

Conforme afirma Vilella & Matos (1975), os valores de fator forma e índice de forma, acima da unidade, resultam e representam um escoamento moderado, não contribuindo para a concentração de águas que possibilitem enchentes.

RELEVO

A análise do relevo, foi realizada numa etapa anterior deste trabalho, onde a área foi compartimentada em cinco unidades homogêneas de relevo (Tabela 2).

Tabela 02. Unidades de relevo

Unidades	Nomes	Área (ha)	%
I	Planície de inundação baixa	13849	22,02
II	Planície de inundação alta	3732	5,93
III	Área levemente ondulada	41162	65,44
IV	Área de vertentes íngremes	652	1,04
V	Área levemente ondulada acima das escarpas	3506	5,57
Total		62901	100

Unidade I - Planície de inundação baixa: esta unidade encontra-se localizada junto à planície de inundação do Rio Ibicuí e do Arroio Piraju, na porção a jusante da área de estudo, abrangendo uma unidade areal de 138,49 km².

Consiste em uma área composta por um relevo com uma topografia plana a levemente ondulada, com altitudes inferiores a 100 metros e declividades de até 2%. É considerada uma área de acumulação ou de várzea, muito utilizada para o cultivo de arroz irrigado. Apresenta baixa freqüência de canais fluviais, sendo estes abertos e pouco profundos, ocorrendo sobre um substrato geológico de arenito eólico da Formação Botucatu, no qual apresenta-se muitas vezes aflorando em forma de lajeados. Registrou-se também, alguns afloramentos de rochas vulcânicas junto à margem do Rio Ibicuí.

Unidade II - Planície de inundação alta: esta unidade apresenta uma distribuição areal de 37,32 km², ocupando a porção mais central da área de estudo. Caracteriza-se por apresentar um relevo com vertentes suaves e levemente onduladas, atingindo altitudes de até 140 metros. Seus canais fluviais apresentam-se esparsos e pouco profundos, sobre substrato arenoso da Formação Botucatu e vulcânica da Formação Serra Geral.

Unidade III - Área levemente ondulada: esta unidade é a que se apresenta com grande expressão, pois atinge cerca de 65% de toda a área, abrangendo 411,62 km² de extensão. Caracteriza-se por um relevo de colinas suaves onduladas a onduladas de topo plano, sendo suas altitudes atingindo até 220 metros e declividades variando de 2% a 15%. Apresenta vertentes bem distribuídas, alongadas, no sentido NW e paralelas, o que demonstra tratar-se de uma área que se abate sobre um forte controle estrutural. O substrato geológico é composto por ocorrência restrita de rochas vulcânicas e predominando arenitos eólicos e fluviais. O solo é bem desenvolvido, arenoso e friável. Há ocorrência de processos de voçorocamento desenvolvendo-se junto às cabeceiras de drenagens e areais, a montante nas baixas vertentes.

Unidade IV - Área de vertentes íngremes: esta unidade é a que se apresenta com menor expressão, pois abrange apenas 1,04% de toda área, ou seja, 6,52 km². Encontra-se localizada na porção mais a montante da área, caracterizada por ser uma porção de contato entre o Planalto e a Depressão, apresentando vertentes abruptas, escarpadas, com altitudes superiores a 220 metros e declividades acima de 15%. Ocorrem muitos afloramentos de rochas areníticas de origem fluvial coeso, devido ao cimento de óxido de ferro, em forma de blocos junto a meia encosta, em conjunto muitas nascentes e canais fluviais de 2ª ordem encaixadas.

Nesta unidade ainda encontram-se alguns resquícios de mata ciliar, as quais devem ser preservadas.

Unidade V - Área levemente ondulada acima das escarpas: esta unidade encontra-se a montante da área de estudo e foi individualizada, por ocorrer em altas altitudes, acima das escarpas, na compartimentação do Planalto. Abrange uma área de 35 km², caracterizada por apresentar uma topografia de colinas suavemente onduladas a onduladas de topo plano e declividades chegando até 15%. Ainda encontram-se colinas e morrotes em topo de colinas de arenito fluvial, sendo este arenito mais resistente que o da base. Também há ocorrência de cursos d'águas de 1ª e 2ª ordem, em conjunto a atuação de processos de voçorocamento junto algumas cabeceiras de drenagens. Esta área é muito utilizada, para o cultivo de soja, milho, trigo e pastagens, também para criação de gado no sistema extensivo.

USO DA TERRA

Para a definição do uso da terra sobre a imagem, foi adotada à composição falsa cor, 3-4-5 (blue, green, red,), pois segundo Penna & Souza (1996:30) "é a que melhor representa o conjunto de usos da terra, por diferenciar nitidamente a resposta espectral dos alvos imageados na superfície terrestre, principalmente os tipos de uso da terra (solo exposto, plantado e campos), vegetação e água".

O uso das terras em bacias hidrográficas, por sua vez, consiste em importante forma de interferências das atividades humanas em sistemas hidrológicos. Christofoletti (1999) relata as atividades antropogênicas que afetam a superfície das terras, incluindo as atividades agropastorís, pois "*essas atividades podem causar local e regionalmente, mudanças significativas na evaporação, balanço hídrico, freqüência das cheias e das secas, quantidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas e no reabastecimento das águas subterrâneas".*

Assim, o levantamento do uso da terra em determinado espaço é um subsídio fundamental para a compreensão dos padrões de organização espacial.

Para a área de estudo, foram definidas seis (6) classes de usos da terra, sobre a imagem de satélite, sendo: cobertura vegetal (nativa e implantada, arbórea e arbustiva), áreas de campo, agricultura, solo exposto, areais e corpos d'água (Tabela 3), representados na Figura 2.

Tabela 3. Classes de usos da terra

Classe	Nomes	Área (ha)	%
I	Cobertura vegetal	5286	8,40
II	Campo	42567	67,67
III	Agricultura	7638	12,15
IV	Solo exposto	6380	10,14
V	Areais	628	1,00
VI	Corpos d'água	402	0,64
Total		62901	100

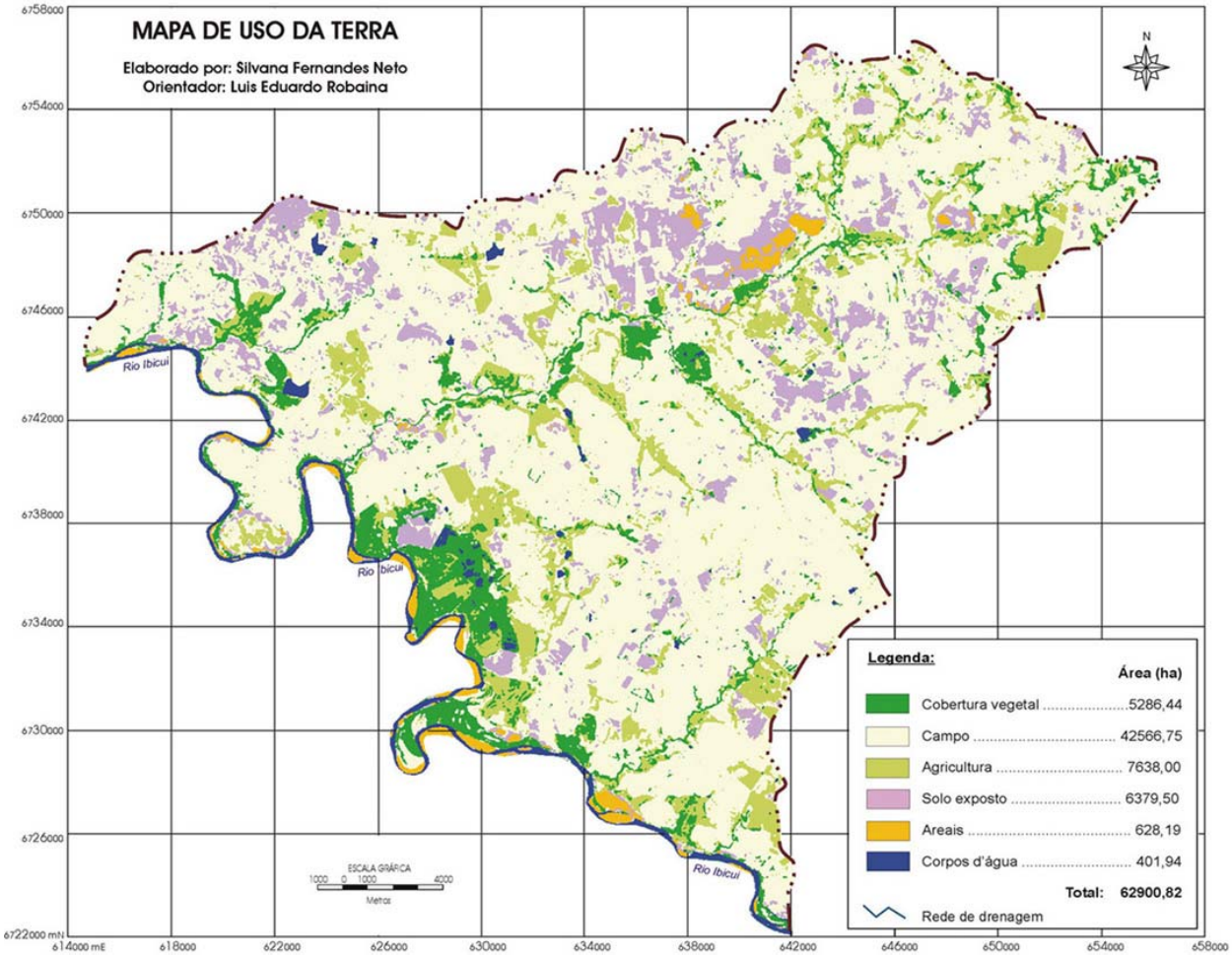

Figura 2**.** Mapa de Uso da Terra

Em função da época de obtenção da imagem de satélite (dezembro), parte da área considerada como de plantio, foi classificada como solo exposto, devido a terra estar sendo preparada para o plantio das culturas de verão, este fato, causou certa confusão na classificação devido às assinaturas espectrais na imagem conterem características semelhantes, onde foram confirmadas a campo.

Observa-se que cerca de 67% da área, pertence à área de campo, sendo utilizados para práticas de criação de pecuária extensiva. Apresentam-se desnudos, com uma vegetação de gramíneas rasteira, sem alguma proteção arbórea. Estes fatores, em conjunto ao pisoteio do gado, sobre um substrato geológico frágil, acabam facilitando e acelerando a atuação dos processos erosivos.

A agricultura apresenta-se como segunda atividade em extensão (12%), destacando-se a cultura da soja e milho no período de verão e de pastagens, no período de inverno.

As áreas rebaixadas, compostas de solos hidromórficos, chamadas de várzea são utilizadas para prática do cultivado arroz irrigado. Estas áreas são caracterizadas por apresentar uma deficiente drenagem natural, normalmente restrita pelo relevo predominantemente plano, associado a um perfil cuja camada superficial é pouco profunda e a subsuperficial é praticamente impermeável.

As áreas compostas pela cobertura vegetal, apresentam-se cobrindo cerca de 8% de extensão, com predomínio da matas nativas ao longo de algumas drenagens e algumas áreas com floresta implanta (*pinus elliotti, eucalyptus*).

Os corpos d'água, os quais abrangem apenas 0.64% da área, compondo os açudes, barragens e cursos d'água, aparecem com pouca freqüência. Muitos destes mananciais, apresentam-se com certo grau de assoreamento e isto se deve principalmente à inexistência de proteção vegetal das nascentes e ao longo da rede de drenagem, predominando nestas áreas as atividades de agricultura e pecuária.

As áreas de areais apresentam cerca de 1% da área total, ou seja cerca de 628 ha, e foram classificadas, devido a estes demonstrarem o quanto o ambiente é frágil, assim como o substrato geológico que compõe a área. Estes areais, apresentam-se em áreas de meia encosta e próximo à rede de drenagem. Muitos podem ser explicados devido ao uso e trabalho contínuo com implementos agrícolas sobre solo arenítico, pouco consolidado, acabam destruindo a estrutura original dos solos, facilitando assim a ação das chuvas e dos ventos, favorecendo a atuação dos processos de degradação.

Foram constatadas as existências de afloramentos de rocha em pequenas extensões, bem como a presença de voçorocas, não sendo possível efetuar a classificação sobre a imagem, pois a resolução espectral confunde-se com áreas de campo e solo exposto, e também pela resolução espacial, no caso 30 metros, em que as extensões dos afloramentos e voçorocas são inferiores a esta medida.

AREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

A partir do Código Florestal Federal, o qual considera de preservação permanente, áreas de florestas e demais formas de vegetação natural situados ao longo de qualquer curso d'água e nascentes, foram definidas áreas marginais de 50 metros ao redor de nascentes, de 30 metros ao longo das drenagens em geral e de 200 metros ao longo do Rio Ibicuí, Tabela 4.

Tabela 4. Áreas de Preservação Permanente (APP)

	APP (m)	Área (ha)	%
Nascentes	50	362,71	6,3
Drenagem	30	5445,00	93,7
Total		5807,70	100

Analisando a tabela, observa-se que 6,3% da área de preservação, representa 362,7ha e encontram-se distribuídas por cerca de 631 nascentes.

Estas nascentes muitas delas encontram-se mapeadas sobre a carta topográfica, mas não existem mais. Em análise da imagem de satélite, parecem estar presentes, mas quando confirmadas a campo, observou-se que tratam apenas de cicatrizes, e que não há mais nascentes e muito menos curso d'água.

Ao longo da rede de drenagem, onde foi estabelecida uma faixa marginal de 30 metros de largura e 200 metros ao longo do Rio Ibicuí, observou-se à ausência de vegetação e mata ciliar ao longo de muitos trechos destas drenagens, isto demonstrando o alto índice de degradação e descaso com os mananciais.

CONFLITO DE USO DA TERRA

A partir do cruzamento das informações das áreas de Preservação Permanente e o uso da terra, obteve-se a definição das áreas de uso conflitante de acordo com a legislação vigente.

Os efeitos do uso e ocupação desordenados destas áreas, delimitadas como sendo de preservação, causam a deterioração do meio, fazendo surgir os chamados conflitos de uso da terra.

Segundo Rocha (1997) ocorrem conflitos de uso da terra quando as culturas agrícolas ou pastagens são desenvolvidas em área impróprias, sendo que estes, figuram entre os mais responsáveis pelas erosões, assoreamento de rios, de barragens e açudes, enchentes e efeitos das secas.

As áreas de preservação permanente deverão ser consideradas como áreas de recuperação para a manutenção dos ecossistemas. Salienta-se que estas áreas, devendo continuar intactas, sem implantação de lavoura ou qualquer outro tipo de atividade.

Levando-se em conta a legislação federal, 9,2% do total da área de estudo (5807,71ha) é considerada de Preservação Permanente. Destas áreas a maior parte, 97,7%, está relacionado à dinâmica do uso e ocupação (cobertura vegetal, campo, agricultura, solo exposto e areais) e 2,3% relaciona-se à dinâmica fluvial (margens e nascentes da rede de drenagem), (Tabela 5) representados na Figura 3.

Tabela 5. Áreas de conflito de uso da terra

Usos	Área (ha)	APP (ha) Total	APP (ha) Nascentes	APP (ha) Drenagem
Cobertura vegetal	5286,0	949,66	28,66	921,00
Campo	42567,0	3270,28	237,88	3048,88
Agricultura	7638,0	966,48	37,85	928,62
Solo exposto	6380,0	323,22	41,16	282,06
Areais	628,0	162,85	--	146,25
Corpos d'água	402,0	135,35	17,16	118,19
Total	62900,5	5807,70	362,71	5445,00

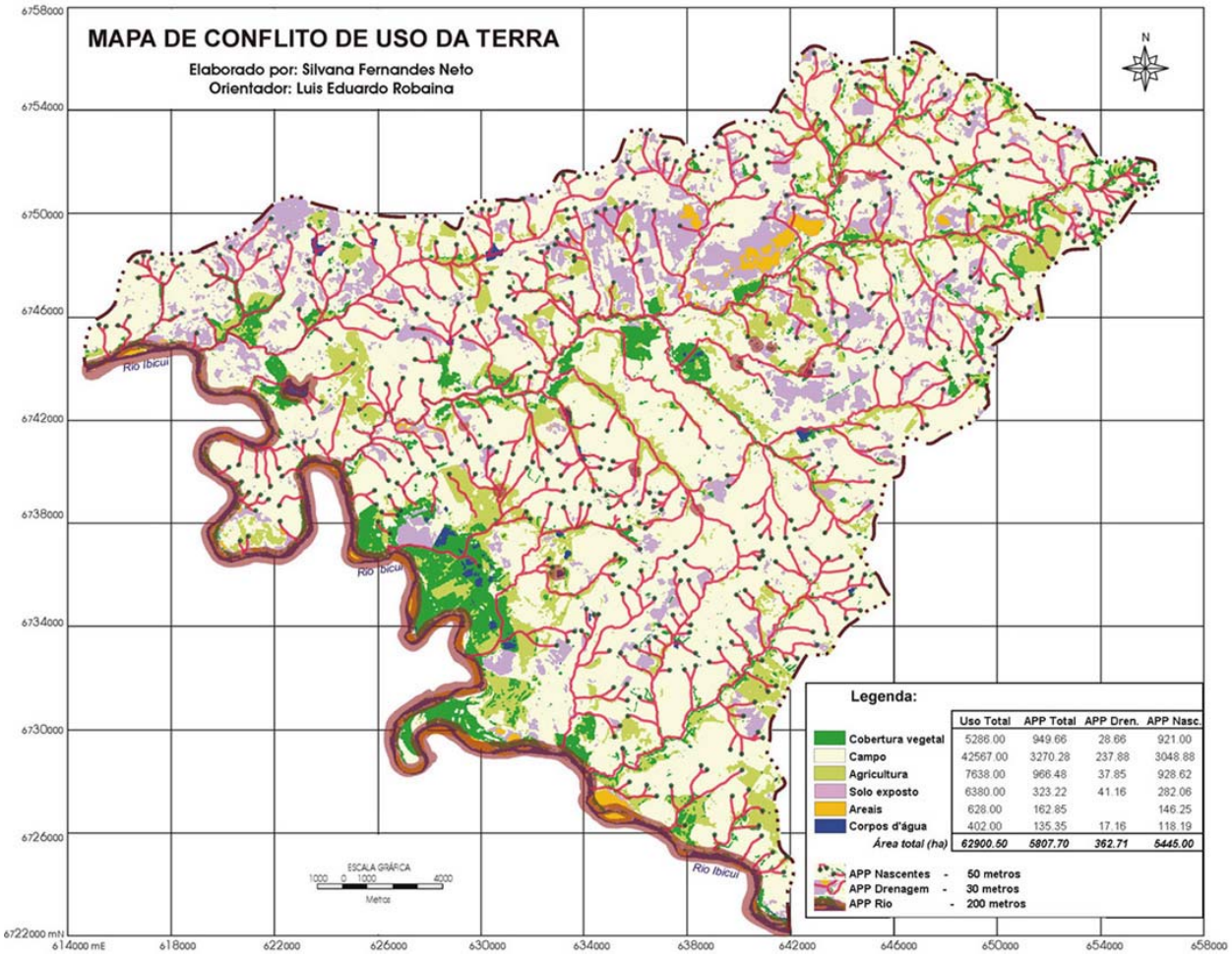

Figura 3. Mapa de Conflito de Uso da Terra

As APPs, relacionadas às margens dos canais fluviais são encontradas em toda a extensão da rede de drenagem das 9 sub-bacias, ocupando uma área de 135,35 ha. Estas áreas foram, em grande parte incorporada ao espaço agricultável, constituindo-se assim em áreas de conflito de usos.

A ocupação e o desmatamento das margens da rede de drenagem além de degradar de forma agressiva o meio físico, constituí-se em um risco para a própria população que ocupa a água destes cursos, pois a contaminação por rejeitos químicos é passível, também a possibilidade de inundação e erosão das margens da rede hidrográfica é inevitável em períodos de cheias ou chuvas prolongadas. Apenas alguns trechos das drenagens, localizados na porção central da área, no médio curso do Arroio Piraju e parte inferior da margem do Rio Ibicuí, encontram-se com as margens preservadas.

A retirada da vegetação natural e o uso de maquinários agrícolas, sobre um solo hidromórfico, aumenta o escoamento superficial e diminuiu a capacidade de infiltração, contribuindo para que a quantidade de água que escoa para junto do canal fluvial em eventos pluviométricos seja maior. Assim, a capacidade de transporte da água, em terrenos desprotegidos, é muito grande e acabam carreando sedimentos para estes cursos, contribuindo para o assoreamento dos canais.

Estas transformações na dinâmica superficial aumentam a possibilidade de ocorrência de processos geomorfológicos associados à dinâmica fluvial. A preservação das margens da rede de drenagem é de essencial importância para o equilíbrio do meio natural. A vegetação ciliar, além de proteger o curso d'água, exerce importante função ecológica, mantendo a biodiversidade.

A falta de vegetação, associado a um terreno de alta fragilidade, associado a um subtrato arenítico, como é o caso das áreas de campos, que abrange a maior área de conflito, 65,6% do total. A área de colinas ampla, com uma topografia levemente ondulada a ondulada, favorece ao desequilíbrio e a degradação do meio pela atuação dos processos erosivos.

As colinas amplas e levemente onduladas, permitem uma alta capacidade de infiltração, e também de escoamento, formando as ravinas ou acumulando materiais em suspensão, acumulando nas partes mais baixa e meia encosta. A geração das áreas com areais, podem ser um resultado deste desgaste ou degradação, e estas áreas vêm aumentando.

A montante da área de estudo, encontra-se cerca de 1,04% da área classificada como de vertentes íngremes, concentrando um número considerável de nascentes, e também alguma mata ciliar, assim, conforme determinado nas unidades de relevo descritas anteriormente, pertence à classe de declividade acima de 15%, podendo ser considerado de preservação permanente. Nestas áreas, segundo Rocha (1997), declividade entre 15 e 50%, são área apropriada para cultivo com pastagens e culturas perenes, o uso de maquinários agrícolas é inviável nesta encostas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de Sistema de Informações Geográficas, aliado às técnicas de Sensoriamento Remoto, é uma ferramenta fundamental de apoio ao estudo e análise de problemas ambientais de determinadas áreas, pois a eficiência e agilidade na obtenção dos dados e cruzamentos dos mesmos, na obtenção dos resultados, tornam-os atrativos.

Pelas características levantadas na área de estudo, conclui-se que 9,2% da área, apresenta-se como áreas de conflito quanto ao uso da terra, isto se deve principalmente à inexistência de proteção vegetal das nascentes e ao longo da rede de drenagem, predominando o uso com atividades agrícola e pecuária. Tal situação se agrava, na ocorrência de lavouras com culturas anuais, onde o preparo da terra é realizado sem práticas conservacionistas, sobre um substrato geológico frágil, permitindo o assoreamento dos rios, bem como contaminação por agrotóxicos e também o uso de pecuária extensiva, que através do pisoteio do gado acabam contribuindo assim para a degradação ambiental.

A porção oeste do estado do Rio Grande do Sul, vem sendo alvo de estudos sistemáticos, devido à alta fragilidade do ambiente natural e dos problemas ambientais relacionados ao uso inadequado dos recursos naturais. Estes problemas, de maneira geral, se repetem tanto a nível nacional quanto regional, ou seja, degradação e compactação do solo, erosão, uso inadequado de vertentes, queimadas, desmatamento, assoreamento dos rios, poluição por dejetos e produtos químicos, entre outros. Todos estes tipos de degradação passam a ser incorporados pelo meio, causando sérios prejuízos ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARRARO, C. C. et al. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul. Escala 1:1.000.000. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1974.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher, Ed. da Universidade de São Paulo, 1974. 149 p.

CHRISTOFOLETTI, A. A Análise da Densidade de Drenagem e suas Implicações Geomorfológicas. Geografia. Rio Claro: Ageteo. v. 4, n. 8, 1979.

CHRISTOFOLETTI, A. Caracterização do sistema ambiental. In.: _____ Modelagem de sistemas ambientais São Paulo: Edgard Blücher, 1999. Cap.3 p.35-50.

CORRÊA, L. da S. L. Mapeamento Geológico Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Arroio Caraguataí, Manuel Viana, RS. 2004. Monografia (Graduação em Geografia), Santa Maria: UFSM. 2004, 55 p.

EASTMAN, J. R. Idrisi for Windows: User's Guide Worcester, Massachusetts-Clark University USA: 1995.

FERNANDES NETO, S. Estudo Morfométrico da Margem Direita do Rio Ibicuí, na Porção Compreendida entre as Bacias Hidrográficas do Arroio Caraguataí e Rio Itú – RS. 2005. Monografia (Graduação em Geografia), Santa Maria: UFSM. 2005, 56 p.

IBAMA; Código Florestal. Lei nº 4.771 – de 15 de Setembro de 1965.

MARCHIORI, J. N. C. Vegetação e Areais no Sudoeste Rio-Grandense. Ciência e Ambiente. Santa Maria, v. 11, 1995. p. 81-92.

MEDEIROS, E. R.; ROBAINA, L. E.; CABRAL, I. L. Degradação ambiental na região centro-oeste do RS. Ciência & Ambiente, Ed. da UFSM, n.11, p 53-64, 1995.

NIMER, R. Clima. Geografia do Brasil. Região Sul. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. p. 35 – 79.

NOVO, E.M. Sensoriamento Remoto - princípios e aplicações. Edgar Blucher, São Paulo, SP. 1989.

PAULA, P. M de. Mapeamento Geológico – Geomorfológico na Bacia do Lajeado Grande, Alegrete – RS. Monografia (Graduação em Geografia), Santa Maria: UFSM, 2002. 61 p.

PENNA & SOUZA, B. S. Análise Ambiental e Cartografia do Uso Efetivo e Preferencial da Terra em Fevereiro de 1992, através do Sensoriamento Remoto. Dissertação de Mestrado. UFRGS. 1996.

RIZZI, N. E. et al. Caracterização Ambiental da Bacia do Rio Canguiri – Região Metropolitana de Curitiba-PR. Curitiba, 1999.

ROCHA, J.S.M. Manual de Projetos Ambientais. Imprensa Universitária, Santa Maria, 1997.

SANTOS, E. L., et al. Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul. Escala 1: 500.000. DNPM – Ministério das Minas e Energia. 1986.

SCHERER, C., FACCINI, U., LAVINA, E. Arcabouço Estratigráfico do Mesozóico da Bacia do Paraná. In: Geologia do RS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 335-354. 2002.

STRAHLER, A. N. Geografia Física. Barcelona: Omega. 1974.

STRECK, E. V et al. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EMATER/UFRGS, 2002. 105p.

VILLELA, S. M. & MATTOS, A. Hidrologia Aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil. 1975. 245 p.

ZANON, P.C.F. Geoprocessamento aplicado ao planejamento e análise do uso da terra no município de Ivorá – RS. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Santa Maria: UFSM, 2001.